

지상시설물 관리를 위한 데이터 수집 및 전송 서비스에 관한 연구¹

이병복, 배명남, 최병철, 이인환, 전종암
한국전자통신연구원

bblee40@etri.re.kr, mnbae@etrl.re.kr, bcchoi@etrl.re.kr, ihlee@etrl.re.kr, jajun@etrl.re.kr

A study on the Collection and Conveyance Service of the Management Data of Surface Facilities

Byung-Bog Lee, Myung-Nam Bae, Byeong-Cheol Choi, In-Hwan Lee, Nae-So Kim
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문에서는 센서노드들을 관리 대상이 되는 지상시설물에 부착하여 다양한 사건 및 상황 감지 기능을 가지고 수집한 데이터를 특정 메시지 형식으로 정의하여 IP(Internet Protocol) 네트워크에 연결된 운용자 시스템에 전달하는 센싱 데이터 수집 및 전달 서비스 개발에 관한 사항들을 기술한다.

센싱 데이터 수집 및 전달 서비스는 게이트웨이 시스템에 설치되는 순수 소프트웨어이며, 센서 네트워크의 싱크노드로부터 센싱 데이터를 수집하여 XML 형식으로 구성되어 IP 네트워크에 연결된 운용자 시스템에 전달된다. 또한, 센싱 데이터 수집 및 전달 서비스는 운용자가 요구하는 센서네트워크 제어 서비스 컴포넌트, 센싱 데이터 수집에 관한 특성 변경 서비스 컴포넌트, 센싱 데이터 보고 서비스 컴포넌트, XML 파서/인코더, C-구조체 메시지 파서/인코더 컴포넌트 등의 추가 및 변경이 용이한 유연한 소프트웨어 구조를 갖도록 서비스 로직 개념을 도입하였다.

1. 서론

센서네트워크는 실세계의 상태인 빛, 소리, 온도, 진동, 움직임 같은 물리적 데이터를 감지하고 측정하는 센서노드들과, 센서들로부터 수집된 데이터를 외부로 내보내는 싱크노드로 구성된다.

무선 센서네트워크는 기존의 네트워크와 다르게 의사소통의 수단이 아니라 자동화된 원격 정보 수집을 기본 목적으로 하며 과학적, 의학적, 군사적, 상업적 용도 등 다양한 응용 개발에 폭넓게 활용된다.

센서네트워크는 일반적으로 멀티-홉(multi-hop) 무선 네트워크 형태의 다수의 분산 센서노드들로 구성된다. 센서노드들은 하나 이상의 센서, 액추에이터(actuator), 마이크로 컨트롤러, 수 십 KB 크기의 EEPROM, 수 KB의 SRAM, 수백 KB 크기의 플래시 메모리, 근거리 무선 통신 모듈로 구성된다. 센서네트워크 기술은 센서와 무선 네트워크 기능을 이용하여 실세계에서 측정된 아날로그 데이터를 디지털 신호로 변환하고, 백본 네트워크인 인터넷과 같은 전자공간에 연결된 클라이언트 시스템으로 데이터를 전달하는 입력 시스템의 역할을 한다. 실세계와 사이버 세계를 연결할 수 있는 특징 때문에, 센서네트워크의 개념은 새롭게

대두되고 있는 지상 및 지하 시설물 환경 모니터링, 위치인지 서비스, 의료시스템 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

지금까지 개발된 블루투스, 무선랜 등의 무선 네트워크 기술들은 주로 높은 사양의 고급 컴퓨팅 장치를 필요로 하는데 비해, 센서네트워크는 낮은 사양의 하드웨어를 이용하여 데이터 전송 지연을 적절히 허용하면서 저전력의 무선 애드-혹(ad-hoc) 네트워크를 구성할 수 있는 특징을 가진다. 제어네트워크는 상기와 같은 특징으로 인하여 배터리 전원만으로도 수개월 정도의 네트워크 수명을 유지시킬 수 있는 소모성 센서네트워크를 독자적으로 구성할 수 있는 네트워크 구성의 용이성 때문에 유비쿼터스(ubiquitous) 컴퓨팅 환경의 기반 네트워크 기술로 사용될 수 있을 것이다.

무선 센서네트워크의 수명은 전지 또는 추가로 획득되는 센서노드의 에너지에 따라 영향을 받으므로, 센서노드는 불필요한 동작을 배제하고 절전모드를 지원하여 에너지 소비를 최소화해야 한다. 센서네트워크를 이용하여 실세계의 상황을 정확하게 파악하기 위해서는 센서노드들을 밀집하게 배치하거나 데이터 센싱 주기를 짧게 설정해서 좀 더 많은 데이터를 수

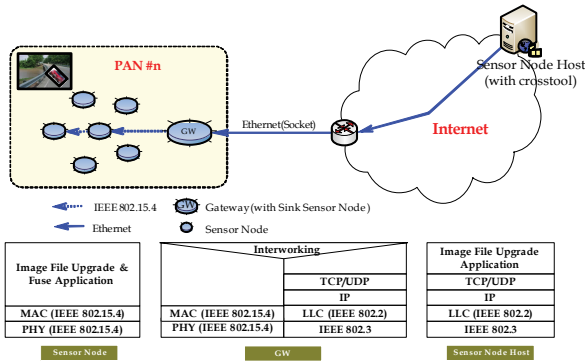
¹ 본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(06 국토정보 C01)에 의해 수행되었습니다.

집해야 한다. 또한, 센서네트워크는 저전력 요구사항과 자율적인 네트워크 토폴로지 구성 외에도 네트워크 유지보수 비용은 저비용이어야만 한다.

본 논문에서는 센서노드들을 관리 대상이 되는 지상시설물에 부착하여 다양한 사건 및 상황 감지 기능을 가지고 수집한 데이터를 특정 메시지 형식으로 정의하여 IP(Internet Protocol) 네트워크에 연결된 운용자 시스템에 전달하는 센싱 데이터 수집 및 전달 서비스 개발에 관한 사항들을 기술한다.

2. 통합 네트워크

센싱 데이터 수집 및 전달 서비스 지원을 위한 통합 네트워크는 백본 네트워크와 센서네트워크로 구성되며, 백본과 센서네트워크간 연동은 게이트웨이에 의해서 이루어진다. 통합 네트워크는 (그림 1)과 같이 구성된다.



(그림 1) 통합 네트워크

2.1 백본 네트워크

센서네트워크는 게이트웨이의 연동 인터페이스 지원 유형에 따라 다양한 종류의 백본 네트워크와 연동할 수 있으나, 본 논문에서는 센서네트워크의 백본 네트워크를 인터넷으로 한정하기로 한다. 백본 네트워크는 센서노드의 소프트웨어 개발 도구인 크로스컴파일러, 센서 센싱 데이터 수집 및 전달 서비스 소프트웨어를 관리하는 센서노드 호스트와, 게이트웨이를 백본 네트워크에 연결하기 위한 인터넷 라우터로 구성된다.

2.2 무선 센서네트워크

센서네트워크는 실세계의 상태인 빛, 소리, 온도, 진동, 움직임 같은 물리적 데이터를 감지하고 측정하는 센서노드들과, 센서들로부터 수집된 데이터를 게이트웨이 시스템에게 전달하는 싱크노드로 구성된다.

센서노드의 하드웨어는 마이크로 프로세서, 기억장치, 센서, ADC(Analog to Digital Converter), 데이터 송수신기, 외부 인터페이스 그리고 에너지원으로 구성된다. 센서노드의 소프트웨어는 하드웨어 초기화 절차를 수행하는 부트로더 및 IEEE802.15.4 PHY/MAC, 네트워크 계층을 포함한 상위 계층 프로토콜로 구성된다.

싱크노드의 하드웨어는 센서노드의 하드웨어 사양과 유사하며, 추가적으로 외부 장치와의 연동을 위한

직렬통신 포트를 인터페이스를 제공한다.

3. 데이터 수집 및 전송 서비스

3.1 일반사항

데이터 수집 및 전달 서비스 기술(Collecting and Conveyancing Functions of the Sensing Data, C2SD)은 게이트웨이 시스템에 설치되어 실행되는 순수한 소프트웨어 블록으로써, 직렬 통신 인터페이스와 TCP/IP 소켓을 통하여 각각 싱크노드와 운용자 시스템으로 부터 메시지를 수신하기 위하여 multiplexer 관련 system call 프로그램을 사용한다. C2SD 와 운용자 시스템간 전송되는 메시지는 XML 로 기술되며, XML 메시지 파서 및 인코더는 expat XML 라이브러리 패키지를 사용하여 구현된다.

3.2 소프트웨어 구성요소

C2SD 은 크게 외부 통신 인터페이스 컴포넌트, 파서 및 인코더 컴포넌트, 서비스 로직 컴포넌트, MIB 컴포넌트로 구성된다.

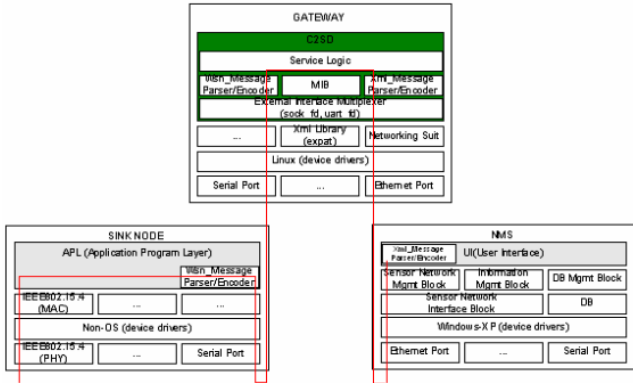
외부 통신 인터페이스 컴포넌트는 UART 인터페이스를 통해 싱크노드와 정합하며, C2SD 와 싱크노드간에 약속된 데이터 포맷(C 프로그래밍 언어로 작성된 자료구조)에 맞추어 인코딩된 메시지를 교환한다. 또한, 외부 통신 인터페이스 컴포넌트는 이더넷(또는 무선랜) 인터페이스를 통해 운용자 시스템과 UDP/IP 소켓 정합을 하며, C2SD 와 운용자 시스템간에 약속된 데이터 포맷(XML 프로파일)에 맞추어 인코딩된 메시지를 교환한다.

C2SD 메인함수는 운용자 시스템 또는 싱크노드로 부터 서비스 요청 메시지를 수신하면, 메시지 헤더로부터 메시지 식별자 정보를 획득하여, 메시지 식별자에 대응하여 서비스 로직을 선택하여 실행시키므로써, 외부로부터 요구받은 서비스 수행을 시작한다.

서비스 로직은 외부 통신 인터페이스를 통하여 수신된 메시지를 전달받아 파싱하고, 메시지에 기술된 명령어를 수행하고, 명령어 수행 결과를 인코딩하여 서비스 요청 메시지의 발신지에 외부 인터페이스를 통해서 인코딩된 메시지를 전송하는 기능을 수행한다.

서비스 로직은 운용자 시스템으로 부터 요청된 서비스를 MIB 데이터 검색만으로 해결할 수 있는 MIB 데이터 검색 서비스, 싱크노드로 부터의 센서네트워크 상태 보고 정보를 MIB 에 반영하고 난 후에 운용자 시스템에 상태 정보를 보고하는 센서네트워크 상태 보고 서비스, 센서네트워크의 데이터 수집 주기 설정 및 네트워크 토폴로지 변경 지시 등을 센서네트워크에 반영하는 센서네트워크 제어 서비스의 조합으로 구성된다.

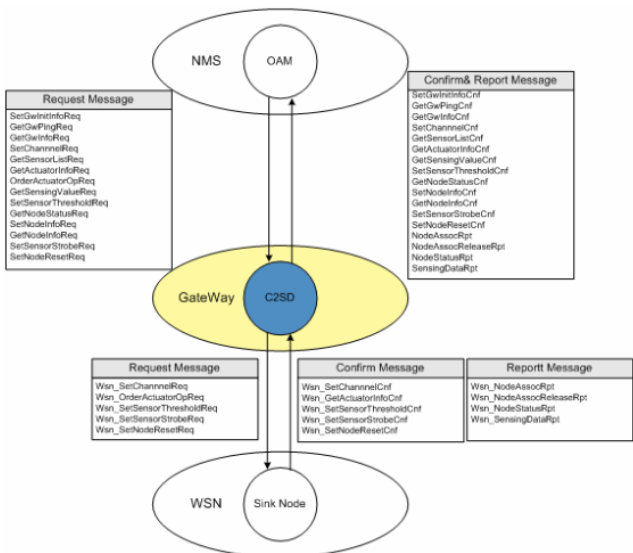
MIB 는 센서네트워크 및 네트워크 구성노드(게이트웨이, 센서노드, 싱크노드)에 대응하는 각각의 관리객체(Managed Object)들을 관리하는 메인-메모리 데이터베이스 관리 기능을 수행한다.



(그림 2) 소프트웨어 구성도

3.3 서비스 제어 흐름도

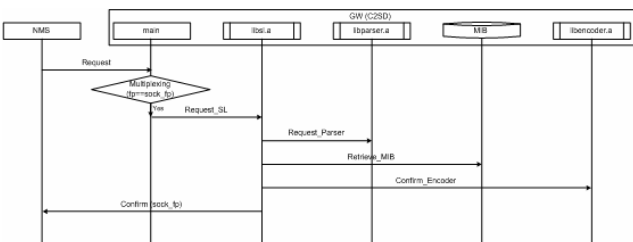
C2SD 서비스는 MIB 데이터 검색 서비스, 센서네트워크 상태 보고 서비스, 센서네트워크 제어 서비스를 지원한다. 기능 블록간 메시지 흐름도는 (그림 3)과 같으며, 각 세부기능에 대한 전체적인 서비스 절차는 (그림 4-6)와 같다.



(그림 3) 블록간 메시지 흐름도

3.3.1 MIB 데이터 검색 서비스 절차

MIB 데이터 검색 서비스는 운용자 시스템으로 부터 요청된 서비스를 MIB 데이터 검색 및 갱신 절차에 의해 이루어지며, 서비스 절차는 (그림 4)와 같다.

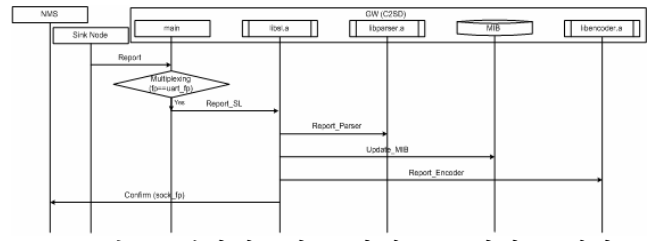


(그림 4) MIB 데이터 검색 서비스 절차

3.3.2 센서네트워크 상태보고 서비스 절차

센서네트워크 상태 보고 서비스는 싱크노드로 부터

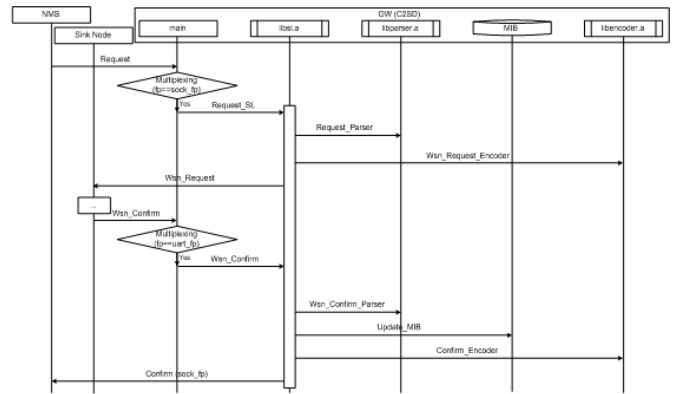
의 센서네트워크 상태 보고 정보를 MIB 에 반영하고 난 후에 운용자 시스템에 상태 정보를 보고하는 절차로 이루어지며, 서비스 절차는 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 센서네트워크 상태보고 서비스 절차

3.3.3 센서네트워크 제어 서비스 절차

센서네트워크 제어 서비스는 센서네트워크의 데이터 수집 주기 설정, 네트워크 토폴로지 변경, 센서노드 초기화(리셋) 등을 센서네트워크에 반영하는 절차로 이루어지며, 서비스 절차는 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 센서네트워크 제어 서비스 절차

4. 결론

본 논문에서의 지상시설물 관리 데이터 수집 및 전달 서비스는 게이트웨이 시스템에 설치되는 순수 소프트웨어로 설계하였으며, 센서네트워크의 싱크노드로 부터 센싱 데이터를 수집하여 XML 형식으로 구성되어 IP 네트워크에 연결된 운용자 시스템에 전달하도록 하였다. 또한, 센싱 데이터 수집 및 전달 서비스는 운용자가 요구하는 센서네트워크 제어 서비스 컴포넌트, 센싱 데이터 수집에 관한 특성 변경 서비스 컴포넌트, 센싱 데이터 보고 서비스 컴포넌트, XML 파서/인코더, C-구조체 메시지 파서/인코더 컴포넌트 등의 추가 및 변경이 용이한 유연한 소프트웨어 구조를 갖도록 서비스 로직 개념을 도입하였다.

향후 연구내용으로, 지상시설물 관리 데이터 수집 및 전달 서비스 로직의 자동 생성 규칙 정의 및 서비스 로직 자동생성 도구에 대한 연구를 검토하고자 한다.

참고문헌

[1] IEEE 802.15.4 Recommendation, "Part 15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area

- Networks(WPANs),” IEEE Std 802.15.4, 7 June 2006.
- [2] Zigbee Alliance Specification, “ZigBee Specification,” Zigbee Document 0534r17, 17 January 2008.
- [3] <http://telegraph.cs.berkeley.edu/>
- [4] <http://www-db.stanford.edu/stream/>
- [5] <http://www.cs.brown.edu/research/aurora/>
- [6] <http://berkeley.intel-research.net/tinydb/>
- [7] Wai Fu Fung, etc., “COU GAR: The Network is the Database,” ACM SIGMOD, June 4-6 2002.
- [8] 박승창, “USN 상황인식 컴퓨팅 기술의 최근 동향 분석,” IITA 주간기술동향, 통권 1155 호, 2004. 7. 21, pp.1-15.
- [9] 이재현, “USN 기술동향,” IITA 주간기술동향, 통권 1165 호, 2004. 9. 30, pp.21-35.